

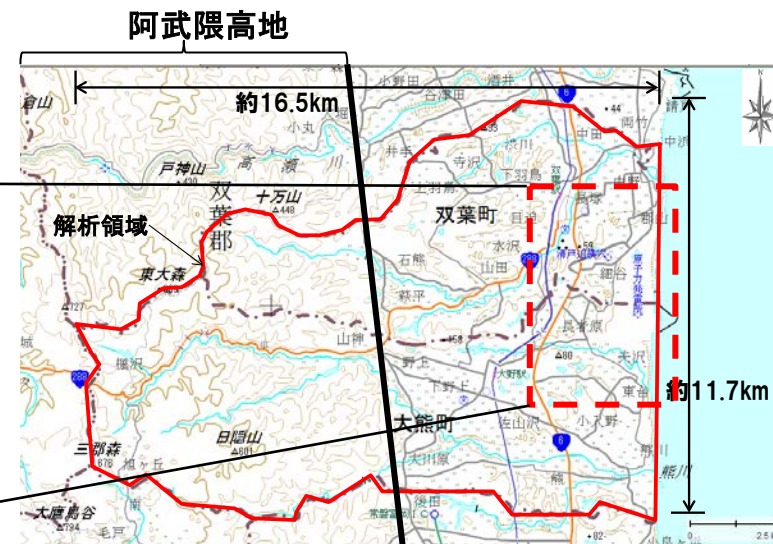
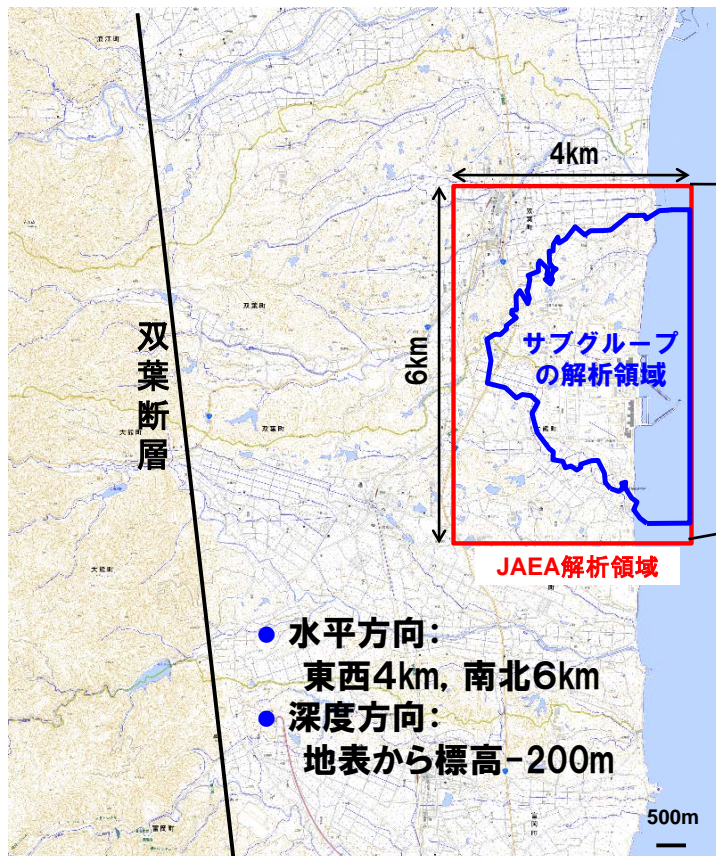
# **福島第1原子力発電所を対象とした 地下水流動解析**

**平成25年12月10日**

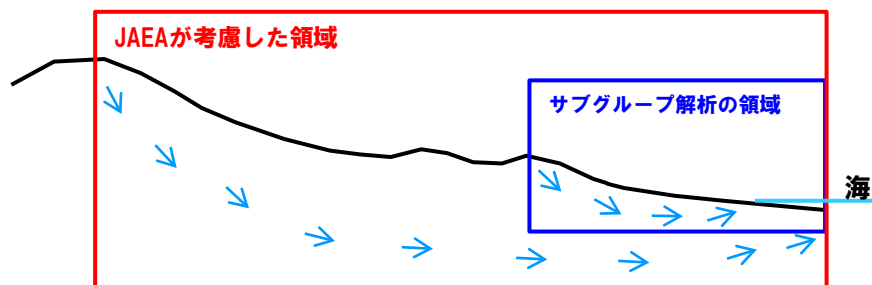
**日本原子力研究開発機構**

- **汚染水処理対策委員会のサブグループ①「地下水・雨水等の挙動等の把握・可視化」が実施している地下水流動解析モデルの妥当性を確認すること  
(汚染水処理対策委員会事務局からの依頼事項)**

- 解析領域設定
- 地質構造モデルの構築
- 水理地質構造モデル(解析メッシュに水理特性を設定したモデル)の構築
- 地下水流動解析
  - ✓ 対策工実施前の飽和不飽和定常解析
  - ✓ 対策工を考慮した飽和不飽和定常解析
- JAEA解析結果とサブグループ解析結果の比較



2011年に実施した広域地下水流動解析領域



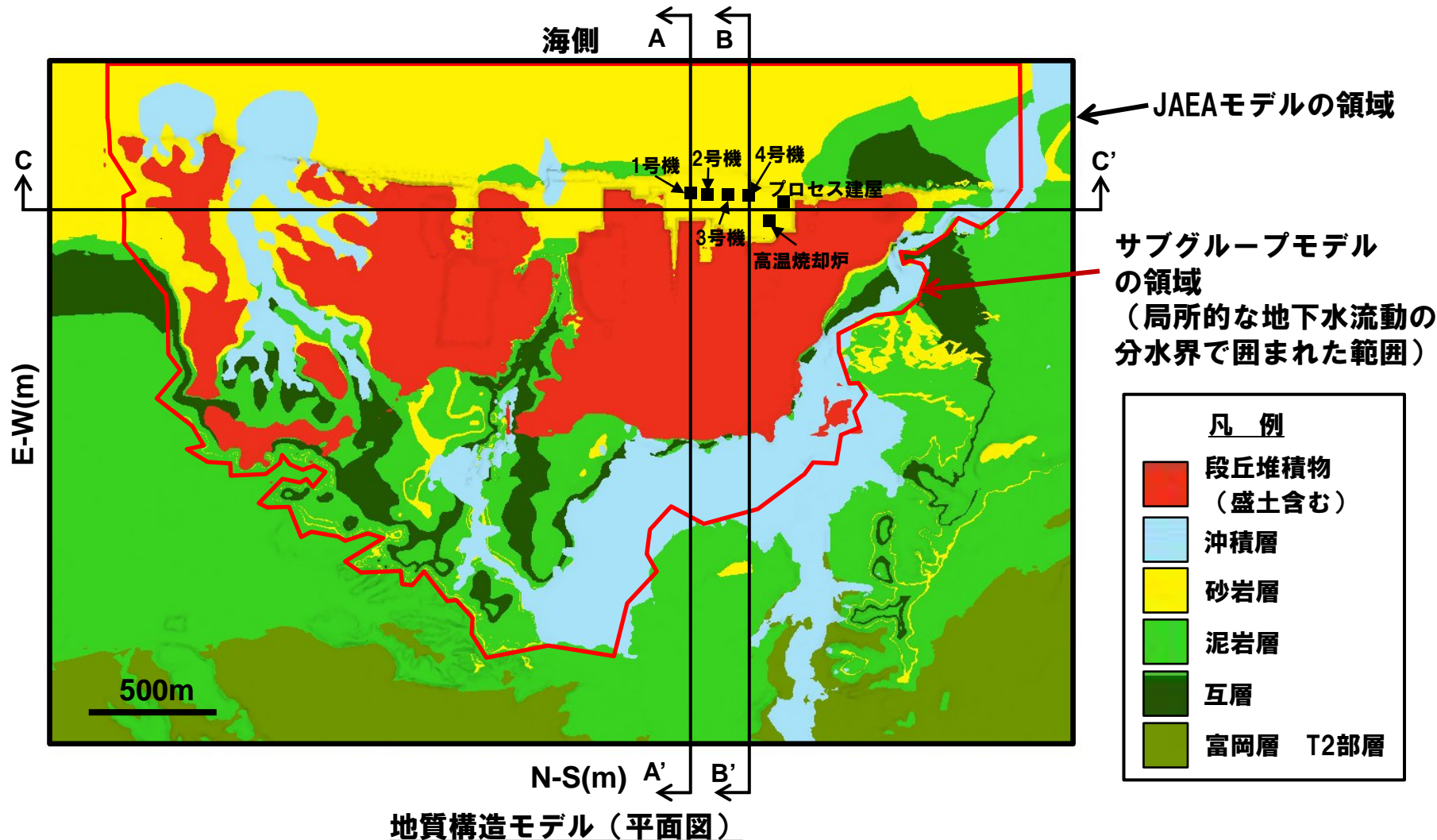
広域的な地下水流動と局所的な地下水流動のイメージ

サブグループ解析の領域(局所的な地下水流動の分水界で囲まれた範囲)よりも広域的な地下水流動が敷地内の地下水流動に与える影響の有無を確認することを目的

- ✓ 平面方向および深度方向を拡張した範囲を領域として設定
- ✓ 側方境界条件には広域地下水流動解析結果の水頭分布を設定

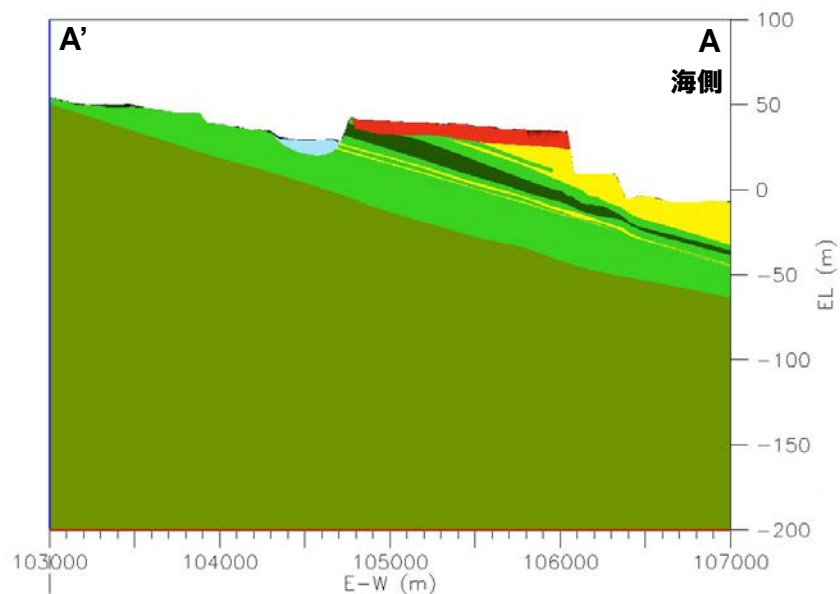
# 地質構造モデルの構築

- 東電提供データに基づいて、地質構造モデル作成ツール(Earth Vision)を用いて、三次元地質構造モデルを構築
- モデル化領域: 平面方向に4km×6km四方, 深度方向に地表から標高-200m

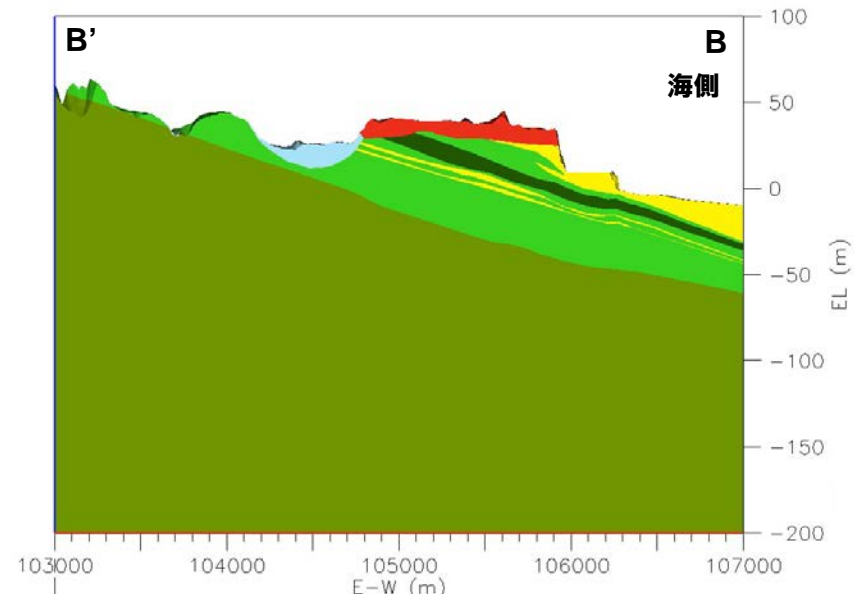




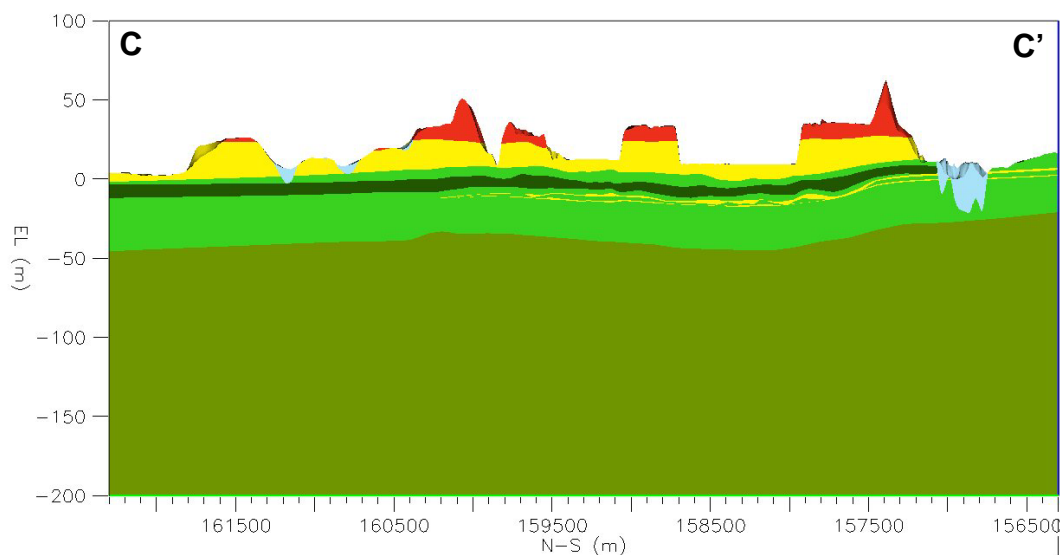
# 地質構造モデルの構築



地質構造モデル (1号機 (A-A') 断面図)

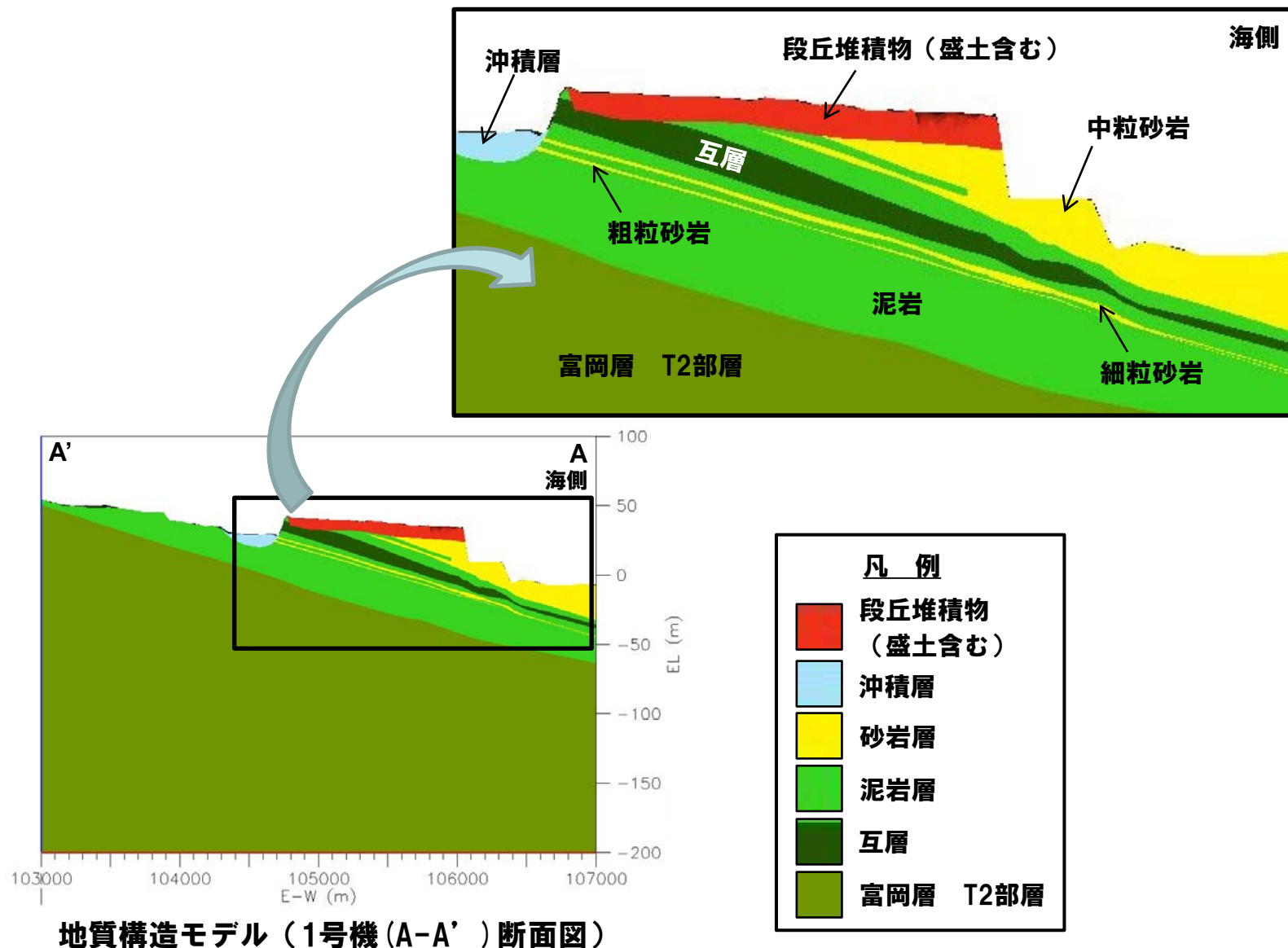


地質構造モデル (4号機 (B-B') 断面図)



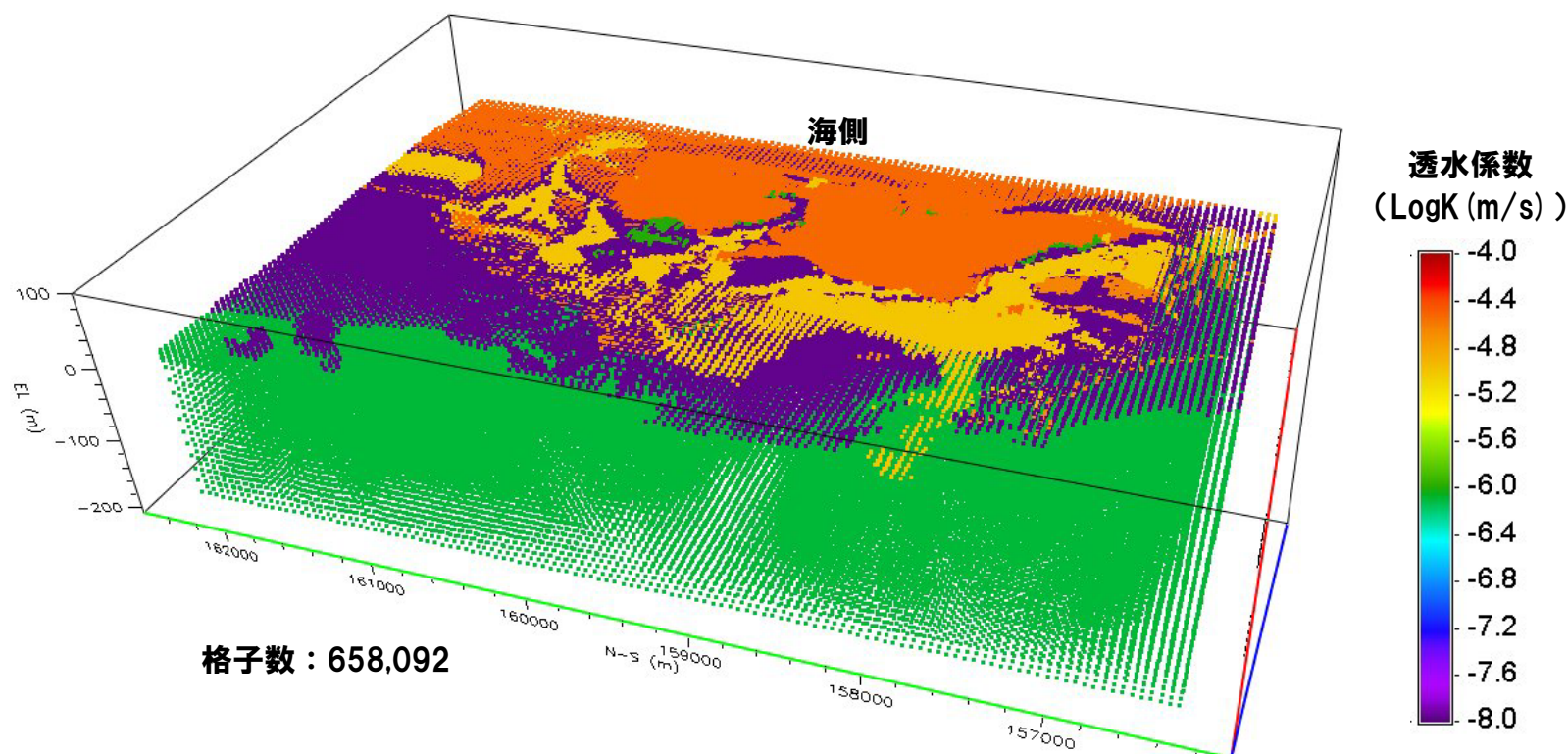
地質構造モデル (C-C' 断面図)





# 水理地質構造モデルの構築

- 地質構造モデルに基づいて、地下水流動解析コード(FracAffinity; Ohyama and Saegusa, 2008)を用いて、三次元水理地質構造モデルを構築
- 格子分割としては,
  - ✓ モデル全体:  $50\text{m} \times 50\text{m} \times 20\text{m}$  に分割
  - ✓ 建屋を含む  $2\text{km} \times 3.5\text{km}$  領域:  $25\text{m} \times 25\text{m} \times 20\text{m}$  に分割
  - ✓ 地表から標高  $-30\text{m}$  の範囲: 砂岩層及び互層などの連続性を表現するため、深度方向に  $1\text{m}$  で分割



水理地質構造モデル



# 水理地質構造モデルの構築 ー水理特性ー

- ▶ 水理地質構造の水理特性は、サブグループ解析と同一に設定(下表)
- ▶ 富岡層(T2部層)については、文献資料(梅田ほか, 1995)に基づき設定

## 水理地質構造に設定した水理特性

地層区分		透水係数 (log (m/s))	
地層名	記号	水平	鉛直
段丘堆積物	tm	-4.52	-4.52
沖積層	al	-5.00	-5.00
中粒砂岩	ss1	-4.52	-4.52
中粒砂岩(南側、上部)	ss3	-6.00	-6.00
泥岩	m0	-7.96	-7.96
中粒砂岩(南側、下部)	ss2	-6.00	-6.00
泥岩	m1	-7.96	-7.96
互層	alt	-5.00	-7.96
泥岩	m2	-7.96	-7.96
細粒砂岩	fs	-4.64	-4.64
泥岩	m3	-7.96	-7.96
粗粒砂岩	cs	-4.70	-4.70
泥岩	m4	-7.96	-7.96
富岡層(T2部層)	T2	-6.10	-6.10

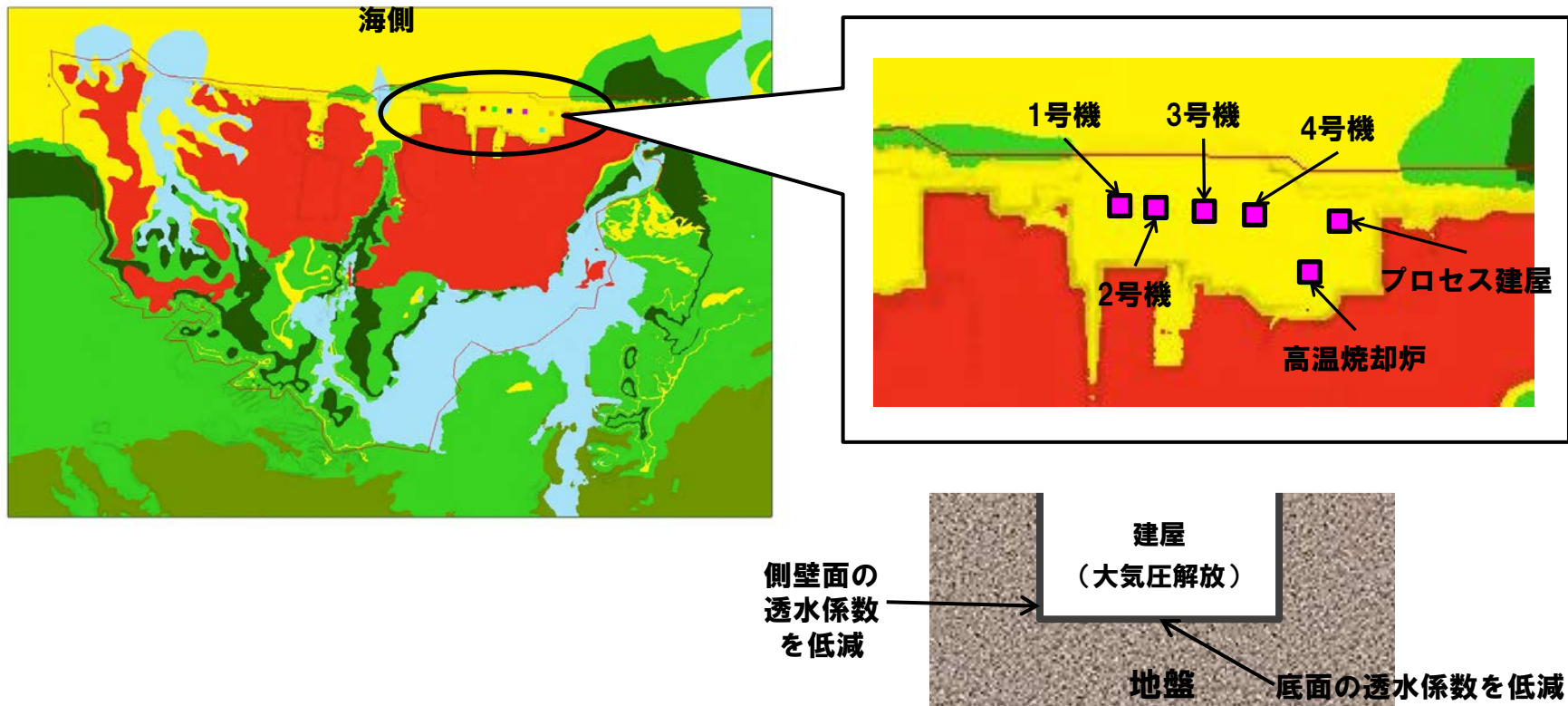
サブグループ解析  
と同一

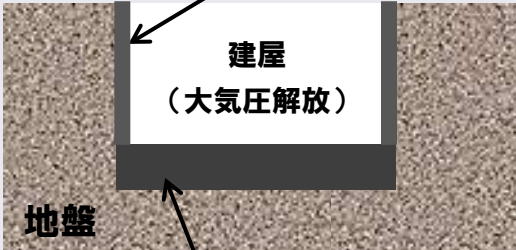
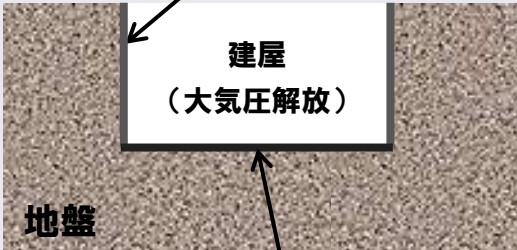
# 水理地質構造モデルの構築 – 建屋のモデル化方法 –

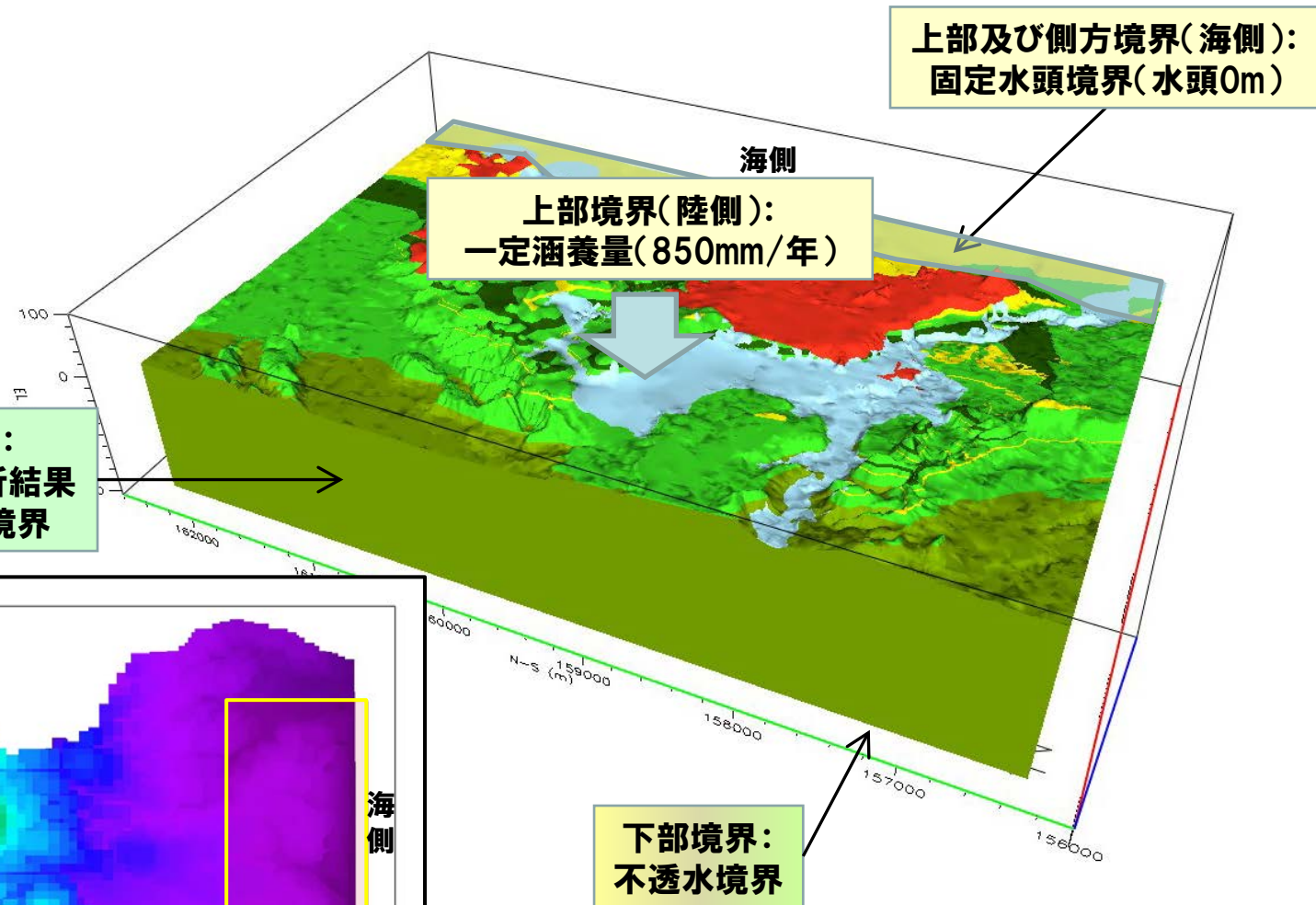
- 水理地質構造モデルに、建屋への地下水の流入量が確認されている1～4号機建屋、プロセス建屋、高温焼却炉を考慮
- 各建屋の概略面積と等価な面積となるように、四角柱でモデル化
- 建屋壁面・底面の境界条件：自由浸出境界

※建屋側面のコンクリート壁や底面のコンクリート台座の影響を考慮するため、壁面の透水係数を低減させる係数 $\alpha$ を適用

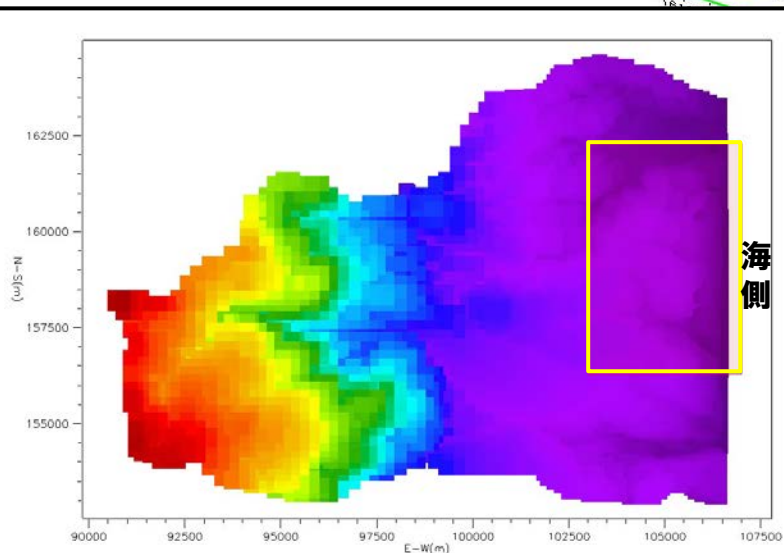
・建屋壁面・底面の透水係数( $K_{wall}$ )=建屋近傍の地盤の透水係数( $K_{rock}$ ) $\times \alpha$



	サブグループモデル	JAEAモデル
建屋の形状	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現実に即した形状を解析メッシュに再現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 四角柱として解析メッシュに表現</li> </ul>
建屋側面のコンクリート壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 厚さを持った壁としてモデル化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低透水性の面としてモデル化</li> </ul>
建屋底面のコンクリート台座の厚さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 厚さを持った台座としてモデル化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低透水性の面としてモデル化</li> </ul>
モデル化のイメージ	<p>厚さを持った壁としてモデル化し 透水係数を設定</p>  <p>建屋 (大気圧解放)</p> <p>地盤</p> <p>厚さを持った台座としてモデル化し 透水係数を設定</p>	<p>側壁面の透水係数を低減</p>  <p>建屋 (大気圧解放)</p> <p>地盤</p> <p>底面の透水係数を低減</p>



側方境界(陸側):  
広域地下水流動解析結果  
に基づく固定水頭境界



広域地下水流動解析結果(水頭分布:地表面)

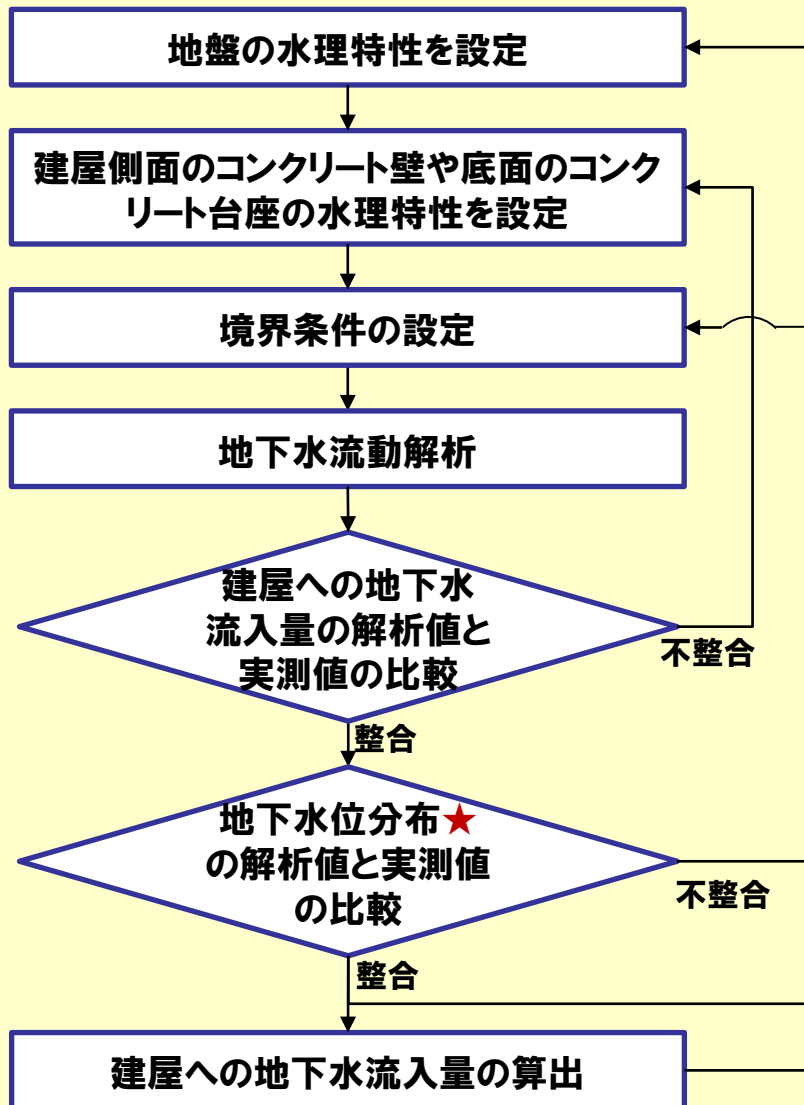
✓ 涵養量:年間降水量(1,545mm/年)の55%  
(東電提供資料参照)

サブグループモデルと同一条件

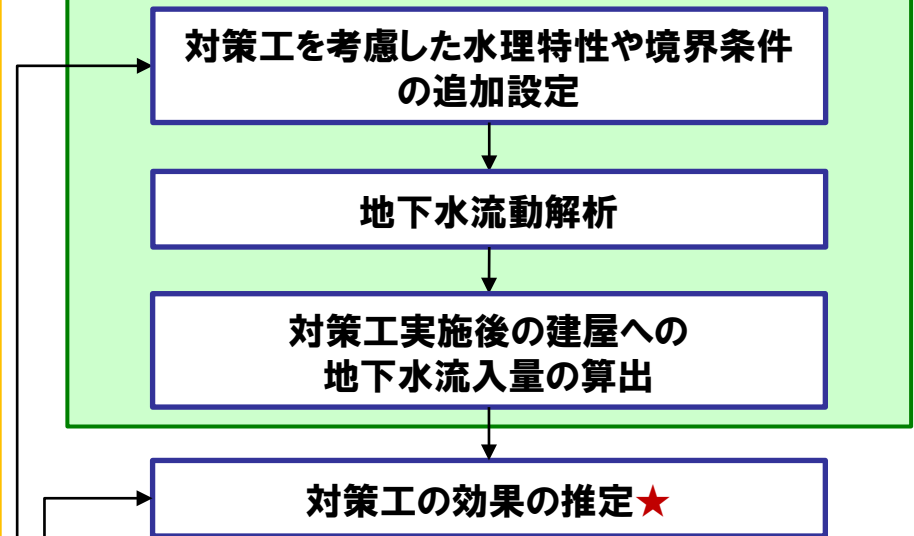
サブグループモデルと異なる条件

# 解析の進め方(JAEA/サブグループ共通)

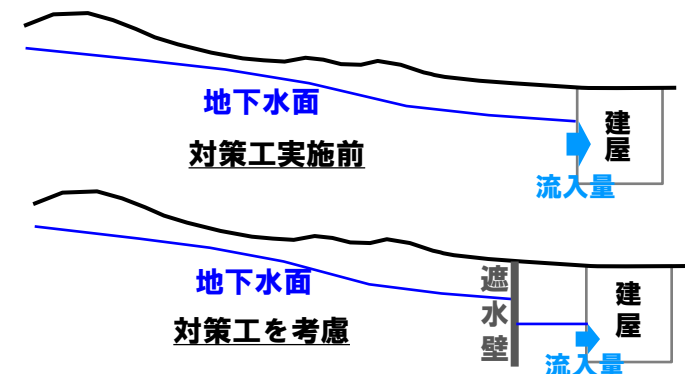
## 対策工実施前の飽和不飽和定常解析



## 対策工を考慮した飽和不飽和定常解析



## 地下水流動解析のイメージ

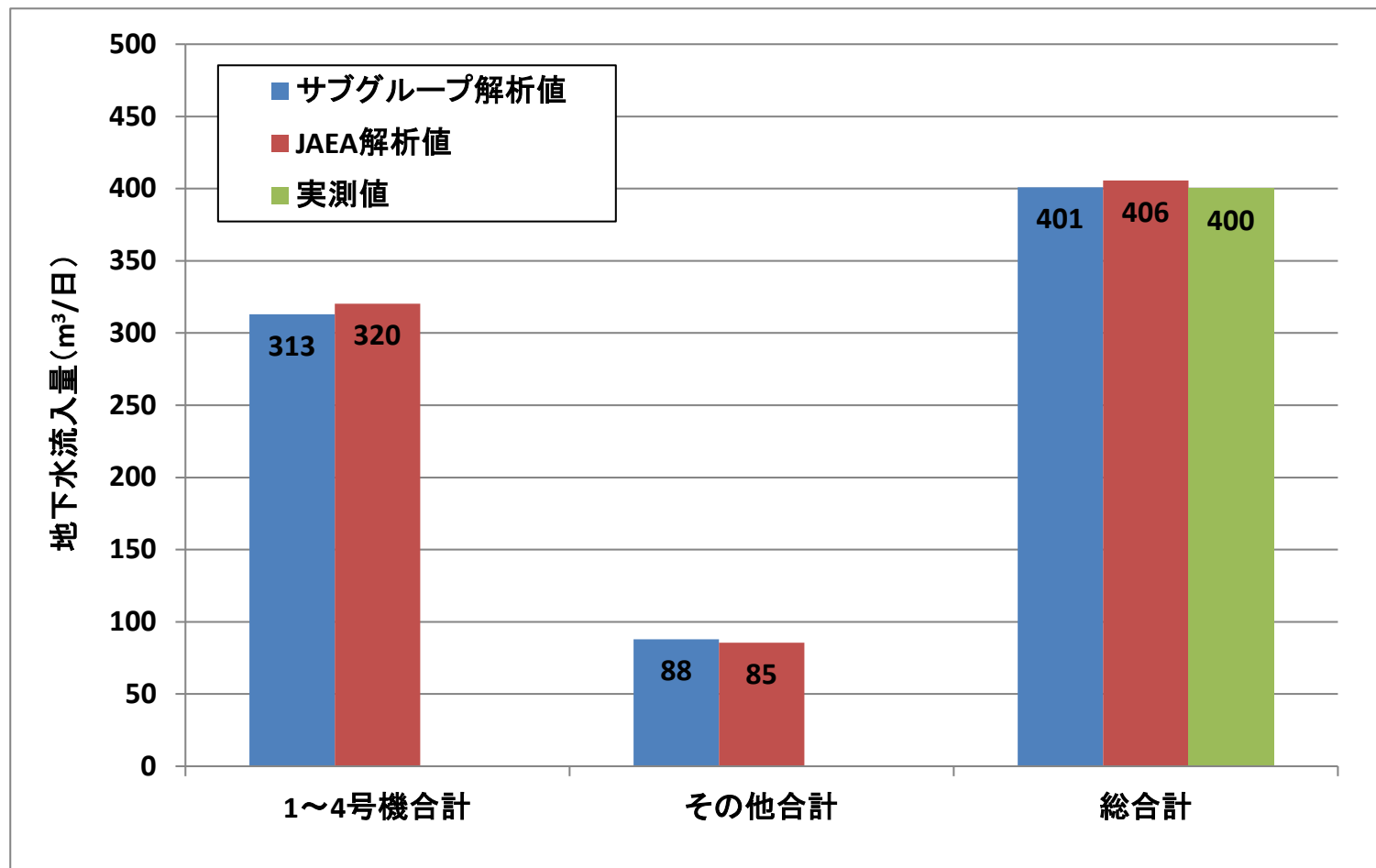


地下水面：  
解析領域への地下水の流入量と建屋への流入量の水収支、  
地盤の透水係数の不均質性を考慮して算出

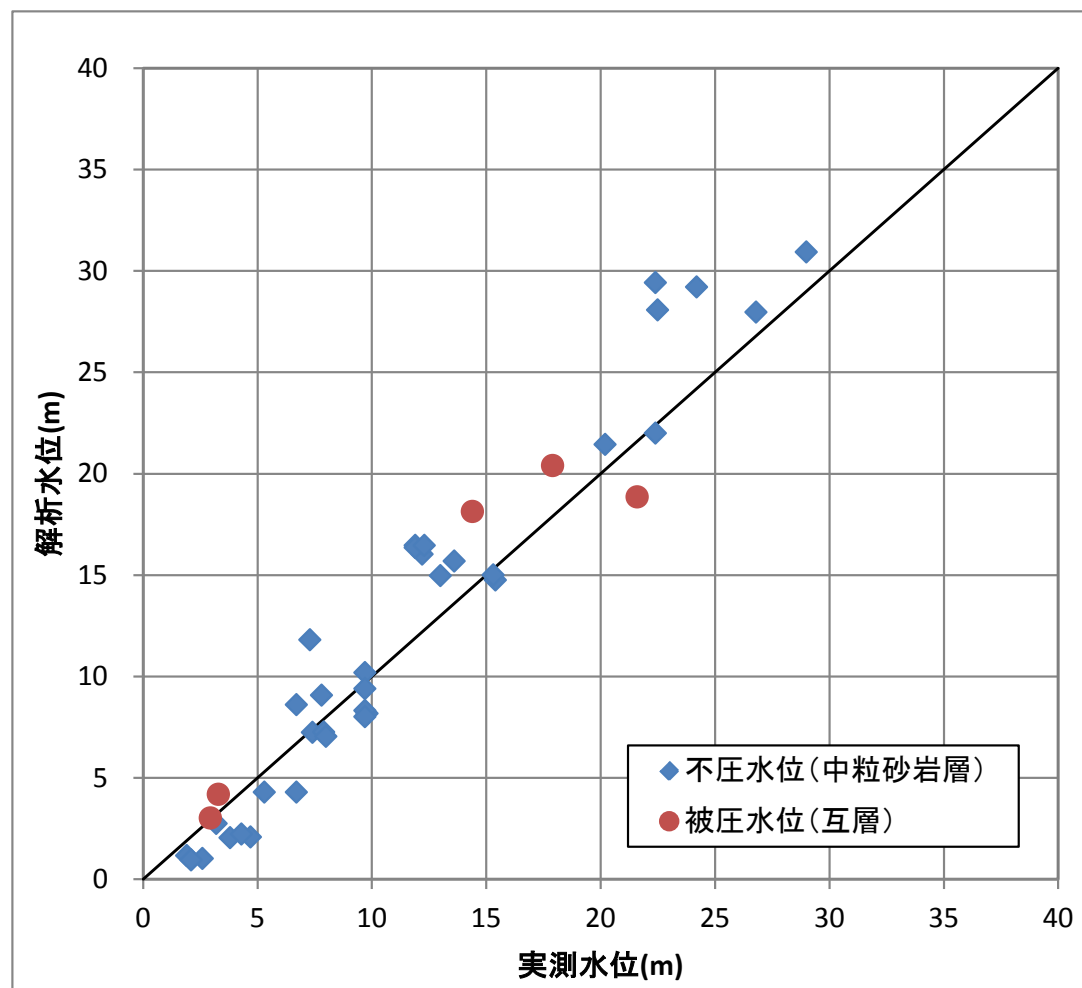


- **対策工実施前の解析結果**
  - ✓ **地下水位分布：水理地質構造モデル（水理特性の設定値）や境界条件の妥当性を確認**
- **対策工を考慮した解析結果**
  - ✓ **建屋への地下水流入量の低減率：対策工の効果の推定結果の妥当性を確認**

# 対策工実施前の解析結果(建屋への地下水流入量)

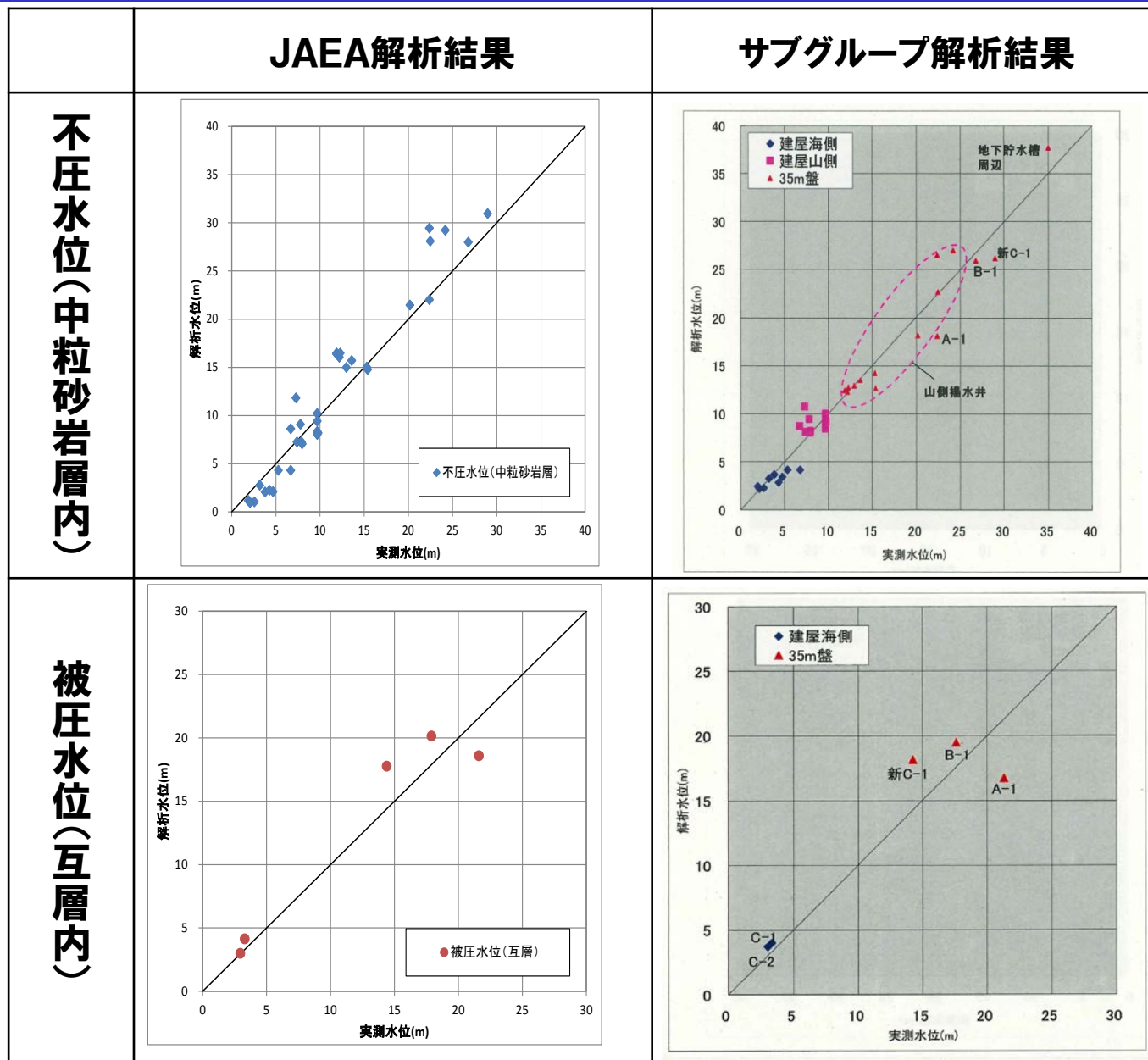


\*グラフ中「その他合計」とは、高温焼却炉とプロセス建屋への流入量の合計を指す



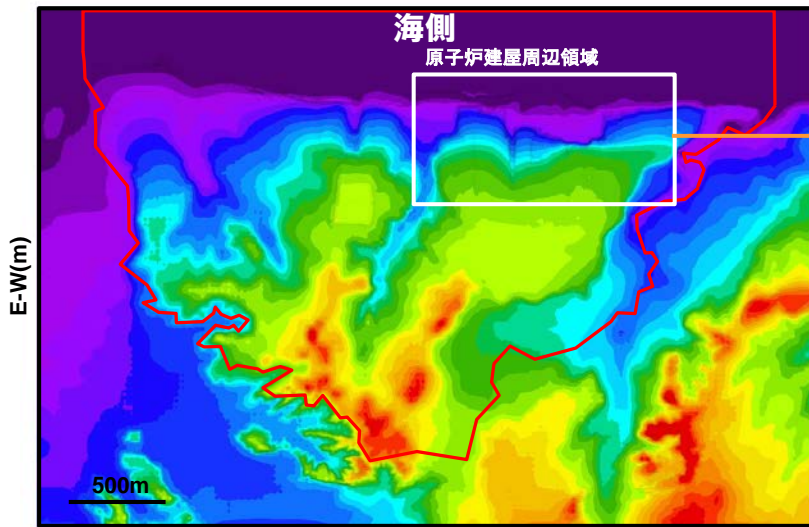
JAEAの対策工実施前の解析結果は、敷地内の地下水位の空間分布を概ね再現できている

# 対策工実施前の解析結果の比較(地下水位分布)

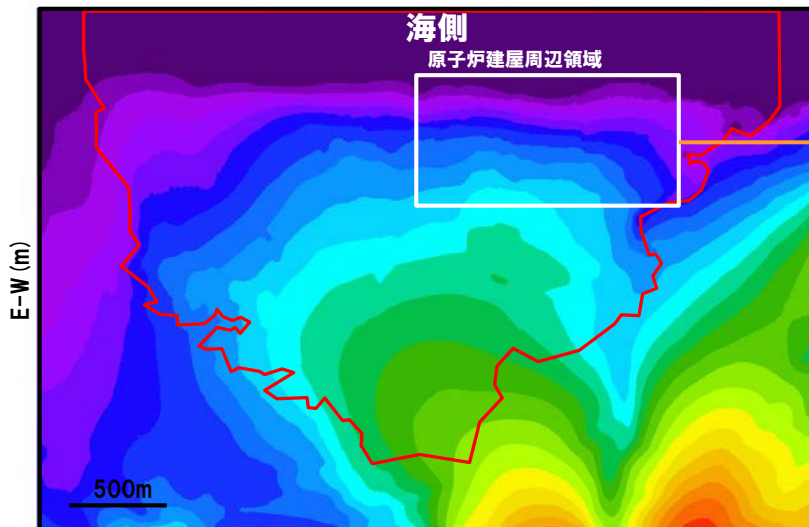
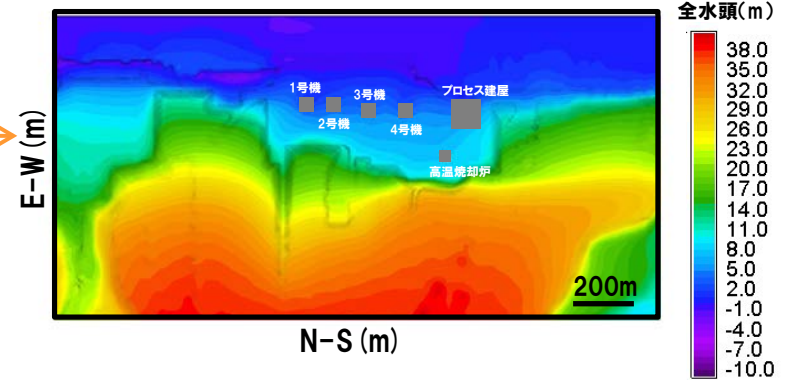


JAEAとサブグループの対策工実施前の解析結果はほぼ同様

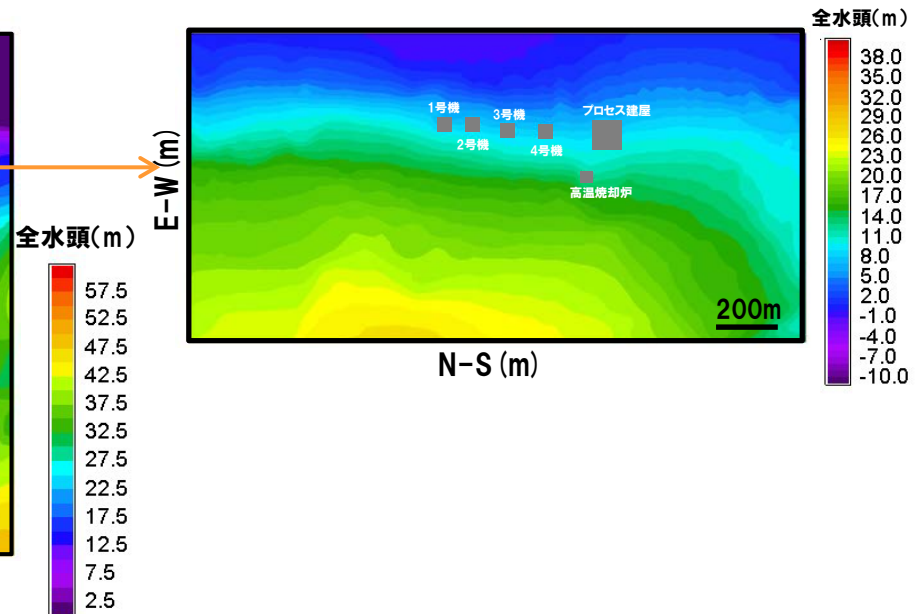
# 対策工実施前のJAEA解析結果(水頭分布)



水頭分布図(地表面)



水頭分布図(標高-10m)

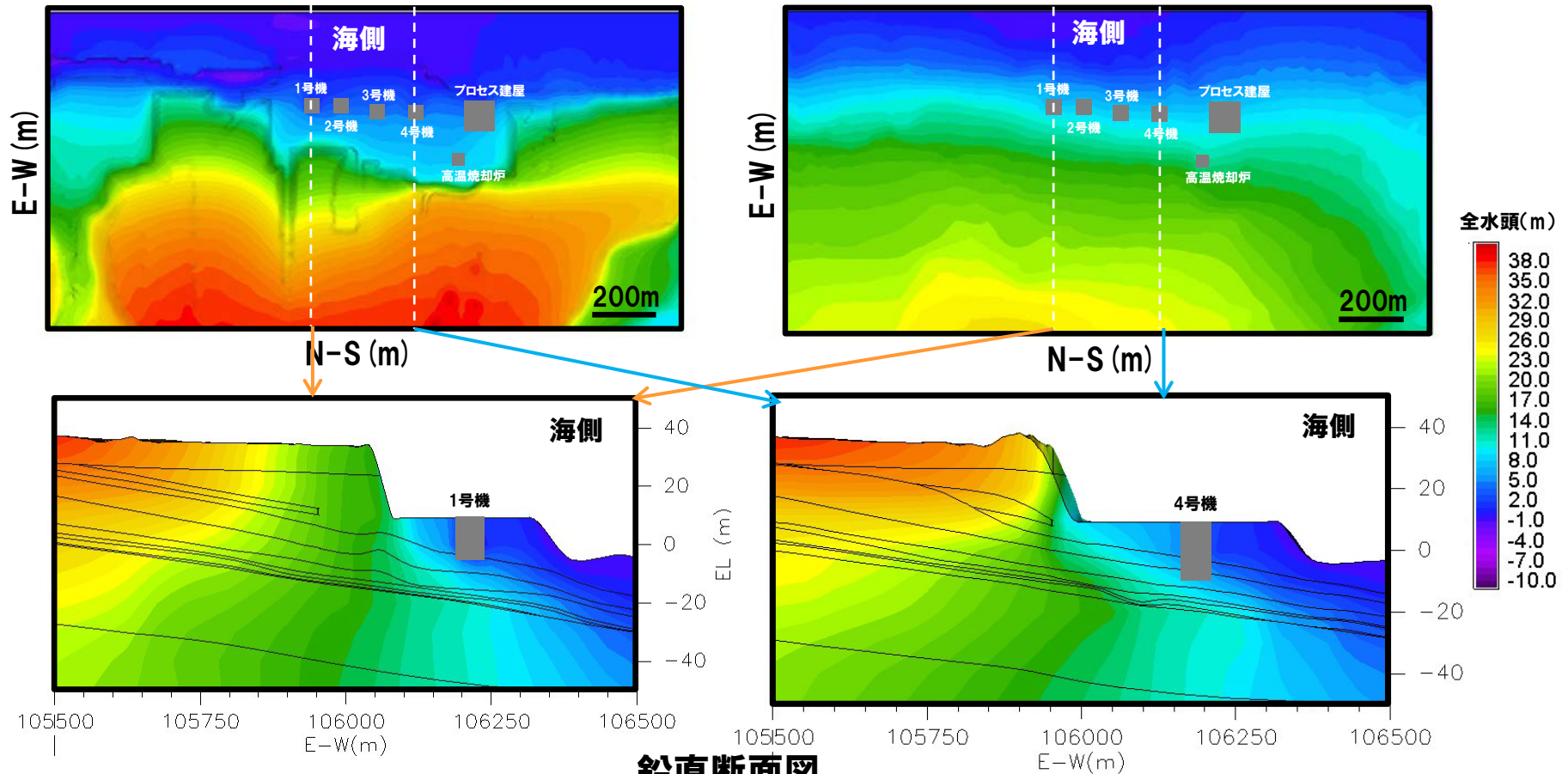




# 対策工実施前のJAEA解析結果(水頭分布)

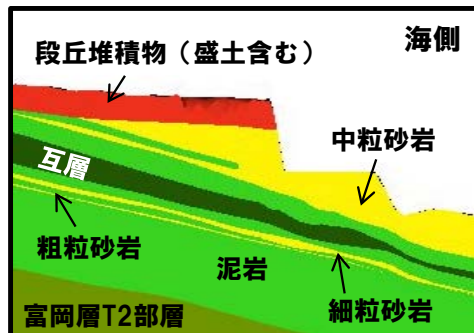
19

## 水平断面図



## 鉛直断面図

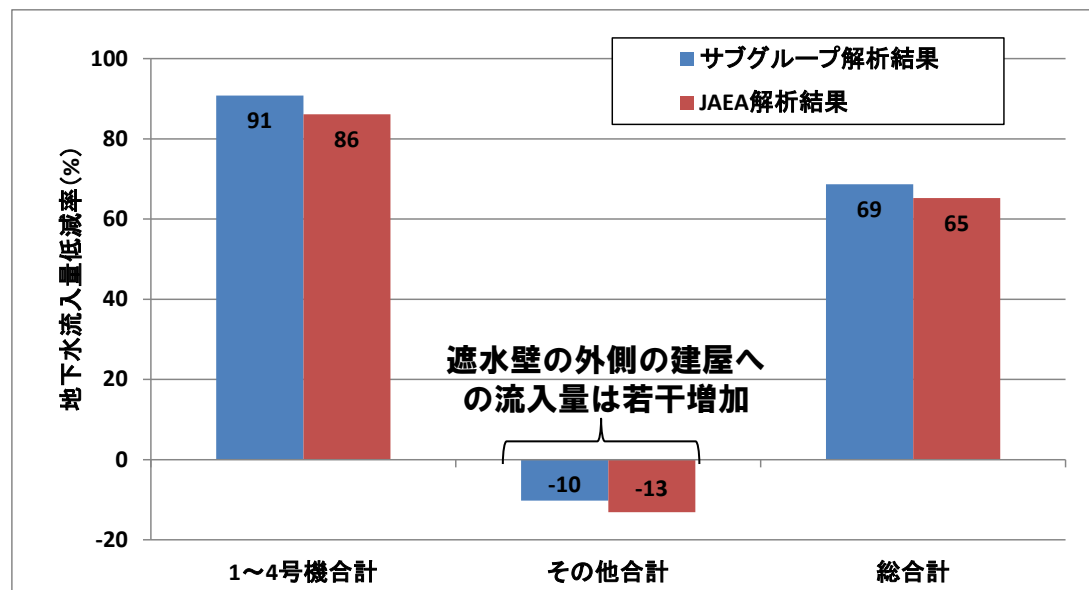
(下図中の黒線は地層境界を示す)



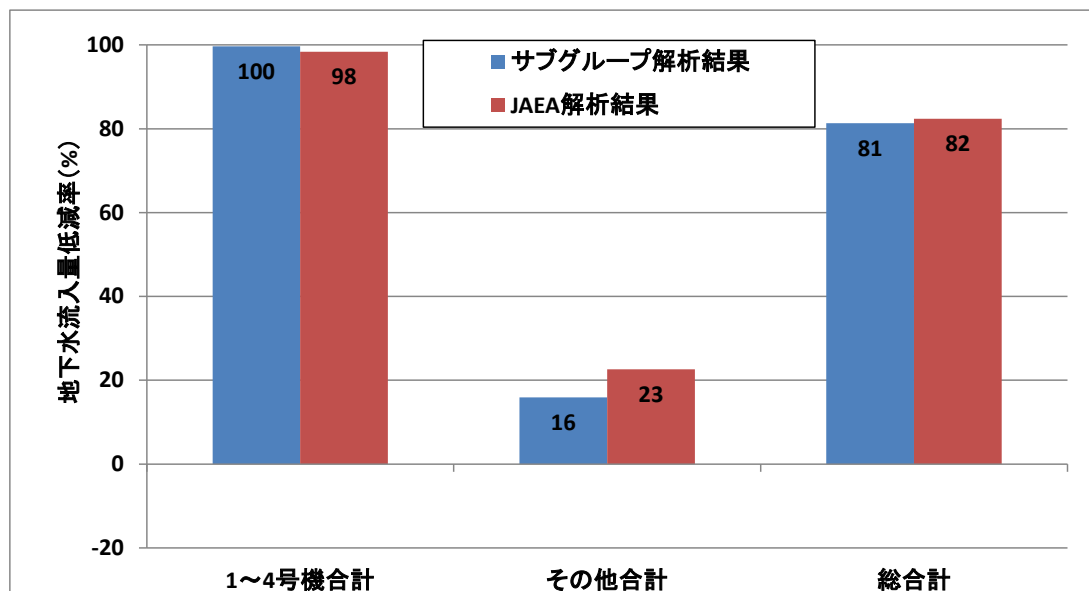
JAEA 解析ケース	対策工①： 陸側遮水壁	対策工②： 海側遮水壁	対策工③： 山・海側SD	対策工④： 地下水バイパス	サブグループ 解析ケース
ケースA	—	—	—	—	ケース 0
ケースB-1	○	—	—	—	ケース 6
ケースB-2	○	○	○	○	ケース 10

《 モデル化内容 》	
対策工①：陸側遮水壁 (フェーシング含む)	地表からEL-25mまでモデル化
対策工②：海側遮水壁	地表からEL-25mまでモデル化(主に「漏らさない」ための対策であるもの、規模が大きい「近づけない」ための対策に影響がある可能性があるためにモデル化)
対策工③：山・海側SD	山側サブドレン:35本, 海側サブドレン:16本, 計51本
対策工④：地下水バイパス	35m盤に12本の揚水井

ケースB-1



ケースB-2



\*グラフ中「その他合計」とは、高温焼却炉とプロセス建屋への流入量の合計を指す

- **解析領域や境界条件，建屋のモデル化方法に違いがあるにも係らず，JAEA解析値とサブグループ解析値を比較した結果，以下の点において整合的であることが確認できた。**
  - **対策工実施前の解析結果：地下水位分布**
  - **対策工を考慮した解析結果：建屋への地下水流入量の低減率**